

海外米ヌカ油工業調査報告

—コロンボプランによる中部タイからマレー半島
にわたる feasibility study—

竹下安日児*・吉田治郎**

Technical Investigation Report of Overseas
Rice-bran Oil Industry—a feasibility study of Rice-bran Oil Industry in
mid-Thailand and Upper Malaya-peninsula—

by Yasuhiko Takeshita*・Haruo Yoshida**

Synopsis: Author studied the feasibility of Rice-bran Oil Industry in mid-Thailand and Upper Malaya-peninsula by the request of governments. By his investigated data, author recommended the construction of small scale oil-mill attached to large scale rice-mill, and he concluded that palm oil industry did not compete to rice bran oil industry because palm oil was solid but rice-bran oil was polyunsaturated liquid oil, and was suitable to human nutrition.

〔要旨〕 1974年8月暑中休暇中の3週間、著者はコロンボ計画に基づく「米ヌカ油工業のエキスパート」として標記地区の学術調査のため単身出張し、feasibility studyを試みてその成果の報告である。

1. 米ヌカ油工業に関する調査の背景

第二次大戦直後日本は食糧の窮乏を体験したが、今日もなお世界のあちこちで食糧不足は伝えられる。ローマクラブの予想によると人口の爆発的増加のため開発途上国ではたん白質系の食糧だけでなく、米などの主食まで供給不足が今後の問題となっている。そして東南アジアの農業国では、米や油糧種子について従来輸出国であったが、最大の輸出国のタイ国でさえ10年後には輸入国に転落するのではないかと懸念されている。そしてこの国では多くの油糧資源を持っはいるが、コプラについてはインドネシアから輸入搾油されていることが今回の調査結果にも見られ、大豆については年間10万M/T以上の生産が達成されたが、日本政府の協力を得て改良された品種の作付普及が今後も引き続き要請されている。

これら油糧産業開発の目的のため政府派遣の専門官、特に工技院東工試の加藤秋男博に続く中里敏博士や農林省熱研の橋本農学博士らが現地で高度の学術的基礎と長期的視野に立ち活躍している。うのような背景のもとに国際連合でも ECAFE, FAO や UNIDO のような機関を通じ、1970年代の初期から東南アジアの米ヌカ油工業開発のため調査を行ない、或は1971年にマドラスで著者が作業部会長として米ヌカ油部門のお世話をした米のセミナーの開催など深い関心を示してきた。Table 1に東南アジア諸国の米の需給関係の数字を挙げるが自給率について見ると前記の事情がうなずかれる。すなわち現在すでに米の輸入国が少なくない。Table 2に主としてFAOによる米ヌカ油の潜在資源調査の結果を示すが、欧米を除いても年産100万M/Tに近い状況であり食糧問題のうえから如何に重要であるかがうかがわれる。いうまでもなく日本は米ヌカ油の potential が年間20万M/Tで現在約10万M/Tの実際の生産を挙げ、生産量から見ても技術の程度からいっても国際的に指導的立場にある。そして著者は欧米についてもこの方面の踏

* 化学教室、教授、工学博士
Professor, Dr. of Engineering, Chem. Lab.

** 化学教室、助教授
Assistant professor, Chem. Lab.

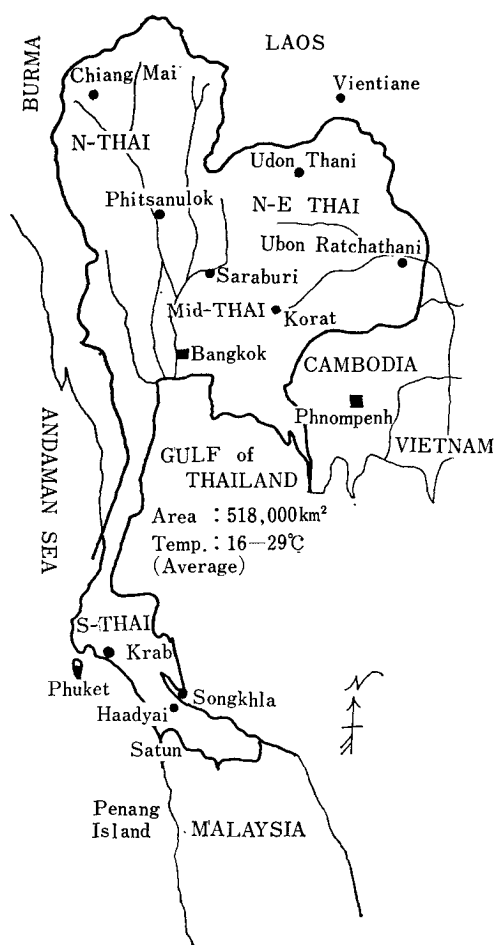
Table 1. Demand and Supply of Rice in Far East Countries

—by Dr. S. Tsuji (1973) —

Name of Country	Population (Million)	Demand of Rice (Million Tons)	Production of Rice (Million Tons) 1961			Ratio of Self Supply (%)
			¹⁾ Paddy	²⁾ Brown Rice	³⁾ Milled Rice	
Indonesia	123.11	13.542	18.585	13.009	11.708	86.5
Philippines	39.00	4.290	5.437	3.759	3.383	78.9
Thailand	40.55	4.460	13.270	9.289	8.383	187.4
Malaysia	10.44	11.48	1.786	1.289	1.125	98.0
Singapore	2.14	0.235	—	—	—	0
Total	215.24	23.676	39.078	27.307	24.576	103.8 (%)

(Remarks)

- 1) Demand was calculated as milled rice 110kg per 1 person, 1 year.
- 2) FAO Production Year Book (1972)
- 3) Paddy $\times 0.7$ (Loss is the husk mainly)
- 4) Brown Rice $\times 0.9$ (Loss—Broken-Rice & Rice Bran)



- Population Over 1 million inhabitants.
 - Population Over 100,000 inhabitants.
- Source : Bank of Thailand.

Fig. 1. General Map of THAILAND

査をし、これまで5回以上海外での調査、研究ならびに指導にたずさわって来た。今回は潜在資源として米ヌカは豊富であるが工業化については今後待つ点の多いタイ国の米作地帯から、主食の移入が必要なほどに米の生産には乏しいが米ヌカ油と最も関連の深いパーム油の主産地であるマレー半島の一部に及んで植物油脂工業についてタイ国官憲の協力のもとに実地調査を行なった。(Fig. 1) すなわち8月11日羽田出発、12日午後バンコクに到着、本国でも研究上に多くの助言を載している東工試の中里博士や OTCA の武田氏の出迎を受けた。翌

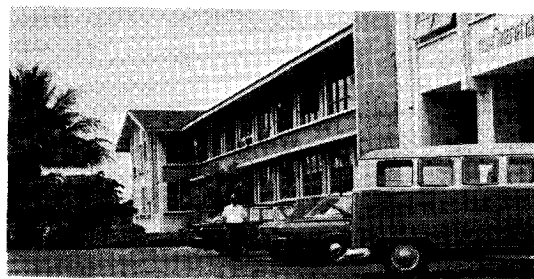
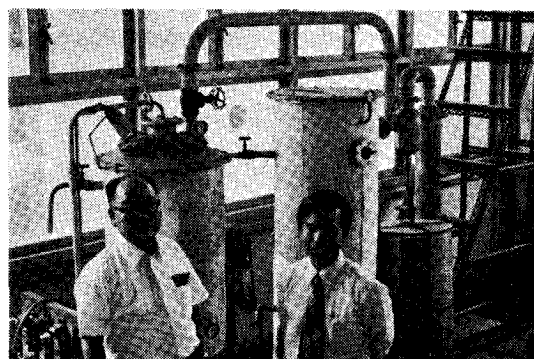
**Fig. 2.** Department of Science**Fig. 3.** Pilot plant of Oil Refining in Dep. of Science (Mr. Pipat & Author)

Table 2. Potential and Actual Production of Rice-Bran Oil in the Countries

Country	Production of paddy (1,000 tons) ^{a)}	Bran availability @ (1,000 tons) ^{b)}	Potential of crude oil (metric tons) ^{c)}	Production of rice bran oil ^{d)} (1968/69)		
				Crude	Edible (metric tons)	Industrial
Ceylon	1,147	4 % 46	6,900			
China (Taiwan)	3,162	7 % 221	33,150	887	388	499
India	56,787	4 % 2,271	340,650	18,000	nil	18,000
Indonesia	14,800	4 % 592	88,800	—	—	—
Japan	18,770	7 % 1,314	197,100	91,000	59,100	31,900
Korea, Republic of	4,869	7 % 341	51,150	5,700	2,900	2,800
Pakistan	19,005	4 % 760	114,000	—	—	—
Philippines	4,363	7 % 305	45,750	—	—	—
Thailand	9,595	7 % 672	100,800	8,400	7,000	1,400
Burma	(7,897)	(4 % 315)				

a) Source : *Asian Economic Statistics*, Vol. XIX, No.4, March 1969, reprint from the Economic Bulletin for Asia and the Far East.

b) Bran availability is assumed to be 4% or 7% of paddy, as shown in the table, after taking into account the milling practices adopted in these countries.

c) The potential of crude oil is calculated at 15% yield of oil, from the bran, on an average, for all the countries.

d) Obtained from the country reports. It is to be assumed that the actual availability of refined oil will be reduced to the extent of the refining losses.

Table 3. Index of Agricultural Production¹⁾ (1963=100)

	Weight for 1963	1962	1963	1965	1968	1971	1972 ^f	1973 ^g
Crops	76.3	89.4	100.0	104.0	131.2	150.2	141.2	168.5
Paddy	38.7	92.5	100.0	91.9	123.7	135.3	122.8	142.6
Rubber	7.8	98.0	100.0	109.6	130.5	159.5	164.4	193.6
Maize	4.5	77.6	100.0	119.1	174.9	271.3	151.6	268.2
Kenaf & Jute	3.0	64.4	100.0	245.8	146.9	170.6	201.7	269.9
Tapioca	2.6	98.4	100.0	69.9	123.7	161.1	180.0	225.0
Coconuts	5.8	95.8	100.0	120.0	95.8	64.3	62.1	65.4
Sugar cane	3.1	66.6	100.0	94.7	123.5	170.0	191.9	276.4
Tobacco leaves	2.0	102.4	100.0	150.5	170.3	228.6	227.2	221.0
Kapok	1.9	65.7	100.0	109.1	121.7	126.7	112.6	130.2
Ground nuts	1.2	99.6	100.0	115.8	139.9	177.3	180.2	184.6
Cotton	0.8	85.0	100.0	123.1	270.6	166.7	127.6	133.7
Other crops ²⁾	4.9	81.2	100.0	89.2	154.3	165.9	178.4	178.1
Forest products ³⁾	6.3	87.9	100.0	116.7	154.9	150.8	131.7	120.6
Animal products ⁴⁾	7.7	101.6	100.0	98.1	113.3	122.4	125.8	115.0
Fish catch	9.7	79.7	100.0	134.7	223.1	323.3	341.8	394.2
TOTAL	100.0	89.3	100.0	107.3	138.3	161.6	155.9	178.7

Notes :

1) A new agricultural production index (1963=100) is compiled beginning from the July 1969 Issue. Its features are : (a) Broad coverage representing about 80% of total agricultural production : (b) Weights based on 1963 values of agricultural production of the Ministry of Agriculture revised annual survey according to 1963 agriculture census : (c) Use of National Statistical Office estimates for paddy from 1966 : (d) Total rice production volume allocated to the calendar year in which cropseason starts : and (e) Laspeyres fixed base year formula used in compilation. These new series do not compare with old ones (1953=100).

2) Consist of mung beans, castor, seeds, soyabeans, sesame, ramie, shallot and onions, garlic and chili.

3) Consist of teak, yang, fire wood, charcoal, other timber and bamboo.

4) Consist of buffaloes, cattle and swine.

Source :

Bank of Thailand.

日は NESDB (タイ政府経済企画庁) を訪問, 14 日から Ministry of Industry に属する研究機関の Department of Science に Biological Chemistry Division として油脂工業担当の部があり, ここを 3 週間にわたる調査の根拠地に定めた。ちなみにこの研究所は従業員約 600 名で国立の工業化学系研究機関として最大で開設以来 100 年の歴史をもっているが, 図書室も整備され, 著者らが国際的に発表した論文などは容易にコピーすることができた。そして規格や標準については TISI と略称される国の工業標準の事務局でもあり, JIS などの資料も豊富にそろえられている。また協力された研究員の諸氏は海外留学や出張の経験に富む逸材が多く, 部長クラスは女性であっても立派な学歴や業績の所有者が珍しくなかった。(Fig. 2, Fig. 3)

2. タイ国の農業生産と米の位置づけ

この国では Table 3 に示されるように農業生産としてあげられる穀物, 林産, 畜産および水産物のうち穀物は全体で 76% に達し, その半数以上に当たる 38.7% が米穀である。油糧としてはトウモロコシ 4.5%, 椰子 5.8%, カボック 1.9% 落花生 1.2% などがある。1963 年のこれらの比率をもとにして 1973 年にはいずれも 1.5~2.5 倍に成長している。この中で最も重要な産物である米の年次別生産を農業省の統計 Table 4 によってみると作付面積や生産はほぼ固定して来ているが, 生産額は日本よりやや少なく, 粳での年産 1,327 万 M/T を 0.7 倍して米に換算すれば 929 万 M/T である。一方 1944 年にさかのぼって比較すると栽培面積は約 1.8 倍となり粳の生産は 2.8 倍, 単位面積あたりの生産は 1 ライ (0.4 エーカー, 約 1620 m²) あたり 185.9 kg から 287.9 kg に増加した。

つぎに Table 5 には 1967~1970 年の粳の地区別生

Table 4. Area and Production of Rice : 1944-1970
Area in thousands of Rai, Production in thousands of M.Tons, except as Indicated

Year	Area planted	Area damaged		Production	Yield per Rai (Kgs.)
		Area	Ratio to area planted (%)		
(1944)	26,502	1,731	6.5	4,928	185.9
(1945)	24,640	6,130	24.9	3,572	145.0
(1950)	34,625	1,533	4.4	6,782	195.8
(1955)	36,060	2,462	6.8	7,334	203.4
(1960)	37,008	1,738	4.7	7,834	211.7
(1965)	40,961	3,714	9.1	9,199	224.6
(1970)	46,100	13,270	287.9

Source : Ministry of Agriculture, Department of Rice.
(for the years prior to 1966) National Statistical Office (for 1966-1970)

Table 5. Area and Production of Rice, by Region and Changwat : 1967-1970
(Based on Crop Cutting Survey conducted annually by the National Statistical Office)

Region, Changwat	(1,000 Rai) Area planted	Production (1,000 M. Tons)	Yield per Rai (Kg.)
1967			
Whole Kingdom	41,620	11,190	268.9
Central Region	13,500	4,000	296.4
Northeast Region	15,420	2,820	183.0
North Region	9,230	3,500	379.1
South Region	3,460	870	251.0
1968			
Whole Kingdom	44,308	12,499	282.1
Central Region	12,102	3,569	295.0
Northeast Region	19,101	4,306	255.4
North Region	9,805	3,641	371.4
South Region	3,300	983	297.8
1969			
Whole Kingdom	14,400	13,410	282.9
Central Region	13,410	4,010	298.9
Northeast Region	20,240	4,580	226.4
North Region	10,030	3,840	383.1
South Region	3,720	980	264.5
1970			
Whole Kingdom	46,100	13,270	287.9
Central Region	12,660	3,880	306.8
Northeast Region	20,070	4,460	222.4
North Region	9,850	4,020	408.2
South Region	3,520	910	259.1

Source : National Statistical Office.

産高が示される。この表で明らかなように南タイは米の生産が少なく, 著者がマレー国境の町ハチャイのとある飼料店で店頭に米ヌカを発見したので聞いてみると首都バンコクから移入したもので価格も kg あたり 30 円で現地価格としても高く, 日本の 2 倍近い値段であったのには驚いた。

さらに米作の規模に関する統計が Table 6 に見られる。航空機上から見られる耕地はよく整理されているが米国などで見られる大農法による例は少なく, 3 エーカー未満の農家が最も多く, 現在日本の商社や農機メーカーの努力で農業用エンジンも普及されつつあるとはいえ,

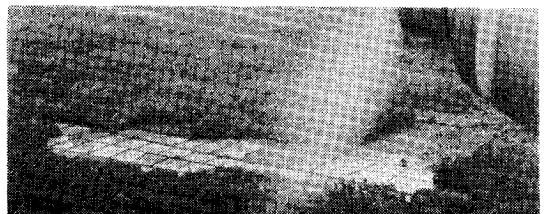


Fig. 4. Rice field in South Thailand

Table 6. All Rice-Number of Holdings, Area and Production, by Size of Holdings and by Region
(Area in Rai, Production in Metric tons : Excludes holdings under 2 Rai)

Size of Holding, Region	Number of Holdings	Planted Area	Harvested Area	Production	Yield per Rai of Harvested Area (Kg.)
Total	2,650,805	43,401,281	37,228,362	0,252,693	248.5
Size 2— 5.9 Rai	318,194	1,056,635	976,035	374,906	384.1
6— 14.9	823,289	6,130,703	5,526,610	1,749,114	316.5
15— 29.9	792,430	12,162,640	10,519,901	2,632,105	250.2
30— 44.9	386,754	9,786,692	8,260,894	1,895,986	221.4
45— 59.9	175,441	6,006,237	5,021,123	1,111,783	229.5
60—139.9	147,019	7,531,879	6,277,093	1,362,437	217.0
140 and over	7,678	786,495	646,706	126,362	195.4
By Region					
Central Region	516,185	13,446,653	11,369,273	2,905,772	216.1
North Region	634,917	8,446,222	7,294,472	2,563,921	351.5
North East Region	1,116,119	18,188,678	15,542,852	3,077,182	188.0
South Region	383,584	3,350,728	3,021,765	705,819	233.6

Source : National Statistical Office : Census of Agriculture 1963

Table 7 Acreage and Output of Paddy

Period	Holding area (Thousands of rai)	Cultivated area		Damaged area		Harvested area (Thousands of rai)	Paddy production	
		(Thousands of rai)	%	(Thousands of rai)	%		Metric tons	Kgs./Rai
1955/56	40,214.8	36,059.8	89.7	2,461.9	6.8	33,598.0	7,333,611	218
1950/61	43,232.4	37,008.4	85.6	1,738.6	4.7	35,269.8	7,834,506	222
1965/66	47,200.3	40,491.3	85.7	3,457.3	8.5	37,034.0	9,217,943	249
1970/71	52,289.0	48,763.7	93.2	4,194.5	8.6	44,569.2	13,401,124	300
1971/72	53,717.1	50,019.5	93.1	2,984.9	5.9	47,034.7	14,201,290	302
9172/73 ^a	54,830.7	44,620.3	81.4	3,549.4	7.9	41,070.9	11,669,489	284

Note : One rai=0.4 acre., one acre=4,047 m²

Source : Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Co-operatives.

Department of Agricultural Extension as from 1969/70.

**Fig. 5.** Rice-field in South Thailand

水牛などの畜力による伝統的農耕法が一般とされる。ことにマレー半島地区は山地が多く、スズ鉱山や天然ゴムの栽培などの特質をもつ一方 Fig. 4~5 の写真に見られるような小規模水田のほか、日本の千枚田のような景観も珍しくない。Table 7 では 1955~1973 年の耕地保有面積、作付面積、収穫面積、ならびに米穀生産量などが農

業省等により集計されている。つぎに粳と白米の価格の推移を年次及び月別にみると Table 8 のとおりである。

以上米の生産や価格について資料をあげたのは副産米ヌカの油脂原料としての評価が目的である。東南アジアにせよ北米にせよ生産統計の主体は粳としてであるが、粳の約 70% が白米となる。米ヌカは 4~7% と見られ、地方により比率が異なるが、今回の調査地域の精米工場のミルオーナーは 6% という数字を採用していた。日本では諸外国と違い、米の生産は玄米を基準とし、米ヌカは玄米の 8~10% と見られる。これは農業形態に基因するがこのため粳から出発する外国のように大型精米方式が育ち難い。タイ国では 1973 年度 1167 万 M/T の粳 paddy の生産に対し米ヌカ 67 万 M/T が見込まれる。この米ヌカに含まれる脂質は潜在的には 10 万 M/T に達する。しかし現在生産されている米ヌカ油の量は Table 2 にあげられた数字によると原油として年産 8,400 M/T、食用油 7,000 M/T、工業油 1,400 M/T とされる 1968~9 年頃の統計から急激な増加は推定されていない。タイ政府で米ヌカ油工業の開発を期待する原因が

Table 8. Average Wholesale Prices of Paddy and Rice in Bangkok Metropolis
(Baht per metric ton)

Period	PADDY			RICE						
	No. 1	No. 2	No. 3	100%	5 %	10%	15%	20%	25%	All broken (super)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1960	898	845	808	1,641	1,486	1,339	1,280	1,186	1,101	956
1961	985	905	869	1,731	1,633	1,559	1,532	1,450	1,397	1,237
1962	1,172	1,096	1,061	1,992	1,893	1,828	1,769	—	1,640	1,441
1963	1,031	954	831	1,799	1,682	1,621	1,550	—	1,426	1,324
1964	874	762	737	1,680	1,544	1,470	1,403	1,349	1,221	1,008
1965	912	834	813	1,649	1,536	1,482	1,431	1,396	1,313	1,068
1966	1,282	1,197	1,161	2,189	2,086	2,027	1,957	1,882	1,849	1,648
1967	1,343	1,235	1,203	2,532	2,398	2,323	2,193	2,120	2,081	1,650
1968	1,239	1,151	1,128	2,110	2,001	1,937	1,857	1,833	1,767	1,620
1969	1,211	1,093	1,037	2,377	2,205	2,041	1,806	1,747	1,725	1,186
1970	1,157	1,011	969	2,103	1,905	1,778	1,670	1,614	1,580	1,197
1971	950	848	826	1,787	1,578	1,511	1,462	1,429	1,398	1,022
1972	1,170	1,101	1,078	1,976	1,822	1,768	1,740	1,718	1,697	1,513
1973	1,690	1,538	—	3,007	2,865	2,720	2,557	2,408	2,371	1,962
January ¹⁾	1,420	1,294	—	2,504	2,360	2,233	2,194	2,163	2,137	1,848
February	1,535	1,434	—	2,783	2,603	2,458	2,410	2,377	2,343	1,837
March	1,539	1,427	—	2,831	2,699	2,368	2,314	2,280	2,247	1,742
April	1,569	1,437	—	2,892	2,761	2,551	2,392	2,358	2,325	1,896
May	1,754	1,603	—	3,151	2,988	2,874	2,651	2,495	2,445	1,942
June	1,925	1,739	—	3,380	3,224	3,080	2,873	2,657	2,607	1,945
July ²⁾	1,807	1,650	—	3,292	3,142	2,992	2,758	2,525	2,492	1,792
August	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
September	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
October	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
November ³⁾	1,862	1,725	—	3,180	3,075	3,030	—	—	—	2,342
December ¹⁾	1,797	—	—	3,051	2,935	2,900	2,867	—	—	2,312
1974										
January ¹⁾	1,964	1,826	—	3,353	3,226	3,165	3,125	—	—	2,367
February	2,153	1,991	—	3,659	3,556	3,539	3,478	3,523 ⁴⁾	3,489 ⁴⁾	2,479
March	2,690	2,482	—	4,522	4,400	4,316	4,258	4,215	4,177	2,909

1) New crop, 2) 1.10 July, 3) 21-30 November, 4) 19-28 February
Source: Department of Internal Trade.

この辺にあるわけである。

3. 現地の精米工場

タイ国の精米工場の形態は粳から直接白米を得る点で全国共通であるが、米ヌカを粳がらと完全に分離して生産する方式と、粳がらを多量に混入した米ヌカとして排出し、そのまま家畜の飼料に向けるものと区分される。1950 年前後の著者の調査¹⁴⁾では後者が全生産の 2/3 を占め、油脂工業の発達を阻害していたが、現在政府の指導もあって、ほとんどの精米工場が米ヌカを完全に分離する形態をとっている。そして粳がらは動力源の一形態としての蒸気ボイラーの燃料となり、電力による工場では屋外で焼却されていることは印度、ビルマなどと同様である。



Fig. 6. Rice Mill at Inland (Mid Thai, Saraburi)

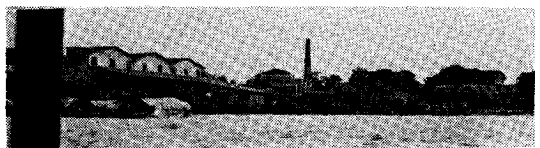


Fig. 7. Rice Mill near Menamu

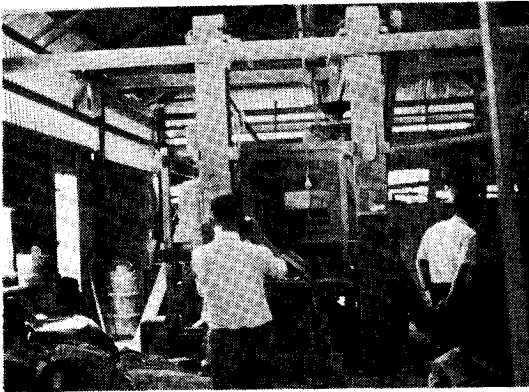


Fig. 8. Small Rice Mill in Malaya-Peninsula
(by electric power)

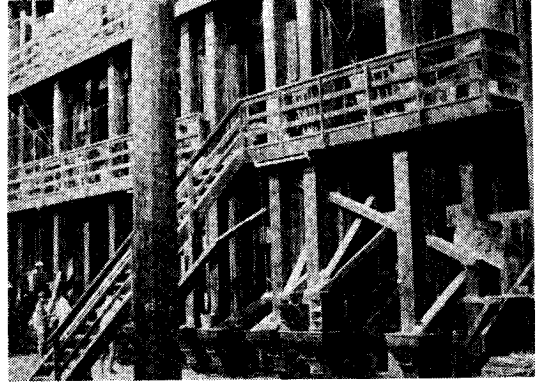


Fig. 11. Large Rice Mill in Mid Thailand
(by steam engine)

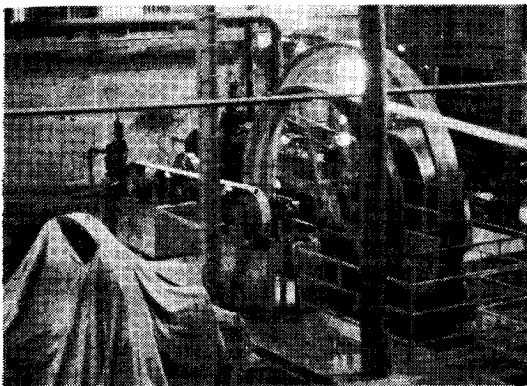


Fig. 9. Steam-engine in Rice Mill

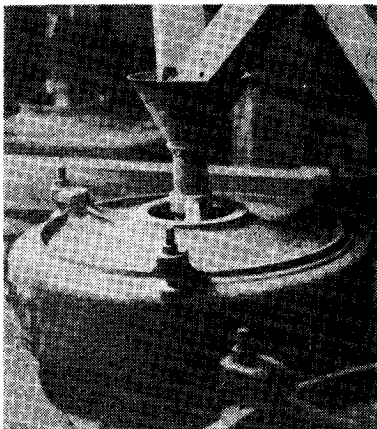


Fig. 10. Western style Rice Mill

精米工場数は5千にもものぼるというが、東京都内の精米所数が先年まで4300軒あり、その後大精米所の出現で急減したとことと比較して興味のある数字である。現地精米工場は山間の電力による小規模のもの (Fig. 8 南

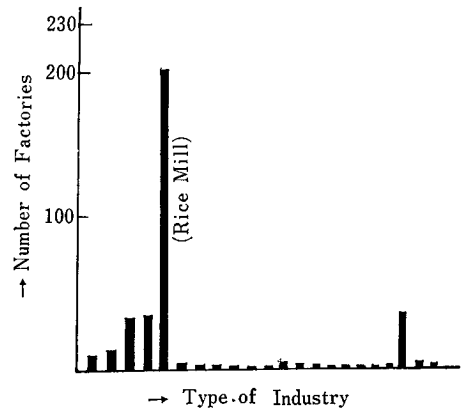


Fig. 12. Number of Factories, Saraburi to 1973

部の小ライスミル)、中部での石油発動機による超小型のものから、サラブリ付近に集中する内陸の大精米工場 Fig. 6 や、バンコク付近のメナム兩岸の水運と共に発達した精米工場 Fig. 7 が著名である。精米機の種類は写真 Fig. 8~11 に見られるように大型スチームエンジンや電力による各種規模の研磨式のものがほとんどで、日本のミンパス、コンパスなどの方式は米の品種がインディカといわれる長細いものでは適応するのに期間を要する。この地方では印度などちがって日本製精米機はほとんど輸入されていないがラバロール式の籾がらの除去装置は一部の工場では日本から輸入してテストをしていた。

タイ国の米作地帯はこれまでの資料にみられるように南部タイのマレー半島地区を除く各地区であるが、今回視察したのは中部タイ以南である。そして中部タイのサラブリ市を例にとると大小200工場に及ぶRice Millが

Table 9 Vegetable Oil Crushers and Plant Capacities in Thailand (by JETRO, 1974)
(unit : oilseed M/T per day)

Name of Plant	Location	Crushing Capacity						
		coconut	peanut	kapok	castor	rice-bran	yellow-bean	black-bean
Chat Keo Industry	3-9 Silom Rd.	10	—	—	—	—	—	—
Chin Huat	Chongnon Sri Tung Mahamek.	15	—	—	—	—	—	—
General Industries Co. "Mountain & Diamond" Brand.	Laem Thong Bank Rajawong. Tel : 29334, 23036.	—	50	100	—	300	—	—
Hah Soon Huat	15 Km. Suksawadi	—	60	—	—	—	—	—
Iew Liang	Rama IV Rd., Saladang.	—	100	—	—	—	—	—
Industrial Enterprise Co., Ltd., "Sun Flower"	Bangkok Bank of Commercial Bld.	—	—	150	—	150	—	—
Kia Heng Ltd., Part.	No. 1554 Trok Chan Tel : 32495.	—	30	—	—	—	—	—
Kiang Sin	Hualumpung Bridge No. 1649, Tel : 36285.	—	30	30	—	—	—	—
Kim Guan Industries Co., Ltd. (Pinyawat Co., Ltd.)	484-486 Songwad Rd. Tel : 26865.	150	—	—	—	—	—	—
Liang Hong Seng Ltd., Part.	2805 Trok Chan Tel : 30189	—	30	—	—	—	5	5
Low Thong Seng Co.,	1003/1 Songwad Rd. Tel : 21689.	100	—	—	—	—	—	—
Nai Sock Koo	No. 2252 Wat Pai Trok Chan	5	—	—	—	—	—	—
Nguan Soon	No. 2274 Wat Pai Trok Chan	10	—	—	—	—	—	—
Saha Chareon Pued Pol	No. 349 Wat Pai Trok Chan	—	10	—	—	—	—	—
Saha Mitra Soap Factory,	Kong Toi Sapan Koo Tel : 31816.	50	—	—	—	—	—	—
Sansuk Panich(Seng Huat)	1376 Songwad	60	—	100	—	—	—	—
Sin Hah Hong Tang Heng "Flying Eagle" Brand.	2805 Trok Chan	15	—	—	—	—	—	—
Sin Soon Chiang	2252 Trok Chan	15	—	—	—	—	—	—
Sutha Thip Co., Ltd., "Rose" Brand (Goh Jia Seng)	1372-4 Songwad Rd., Tel : 20878, 20580.	120	120	100	—	—	—	—
Tang Kiang Hong	Trok Chan	—	60	—	—	—	—	—
Tan Soon Yoo	608 Satupradit Trok Chan	—	30	—	—	—	—	—
Tan Chiang Meng	336 Linchee St., Tung Mahamek, Tel : 35495	—	50	—	—	—	—	—
Tan Tung Seng	479-489-491 Mananak rd.	15	—	—	—	—	—	—
Thai Development Rice Bran Oil Co.,	816/818 Songwad Rd.	—	—	—	—	500	—	—
Thai Rice Oil Industry. (Jien Jew Industry)	Samrong Samudpradan	—	—	—	—	450	—	—
Ting Chiang Huat	Trok Chan Near Theatre Tel : 32822.	100	100	100	—	—	—	—
Thye Nguan	587 Watpai Trok Chan	—	30	—	—	—	—	—
Tuey Thong Industry	Chua Soi 6, Phya Thai Rd.	160	50	—	—	—	—	—
Universal Rice Bran Oil Co.,	99/7-8 Nares rd. Tel : 34182.	—	—	—	—	500	—	—
Yong Heng Huat	1256 Trok Chan, Tel : 32654	—	100	100	—	—	10	—
Wan Fah Long Co., Ltd.	2196/2 Charoen Krung Rd. Bangkolaem. Tel : 39441.	100	50	—	—	—	—	—

ひしめいて他種の工場数はせんい、よう業など各 30 工場程度で工業省の現地業務をもつ地方事務所の集計では **Fig. 12** に示すように圧倒的に精米工場が多く、しかもこの地区では貨車輸送を要し水利の便はよくないものが見られた。バンコク周辺ではメナムの水運を利用した工場が多く、廃棄物としての粕がらやそのえかすが船のエンジンの冷却系統に詰まるトラブルなども聞かれる。

4. 米ヌカ油工業の現況

JETRO の資料⁵⁾と、著者の今回の調査に基づくタイの植物油脂工場のリストは **Table 9** のとおりである。そして米ヌカ油工場はこれの中に 5 工場リストアップされていてその製油能力はここにあげた公称能力の三分の一程度にすぎないものもある。なお椰子油の搾油設備では欧米のエキスペラと共に 25 年前から使用し、現代の日本では殆んど見られない末次鉄工所のラウンド型プレスが健在で引続き稼働しているのを、バンコク郊外の工場を訪ねて発見したときは、日本で開発された固有の技術の卓越性を感じた。

米ヌカ油プラントの今回視察したものはつぎの諸工場です。いずれもバンコク周辺、主として河の近くにある。

i. **General Industries** : バッチ式抽出、日本機械 (KK) タイプ、抽出缶 $3\text{ m}^3 \times 8$ 基、日本製シャーププレス半連続アルカリ精製装置のほか脱色、脱臭ともバッチ式、工場長の話によると日産米ヌカ 50 M/T 能力、従業員 60 名程度、ビルマから移住した中国系経営者。グリセリド合成装置をそなえている。(著者のこの工場訪問は 1970 年以来 3 回目であった)。

ii. **Tenjen (天仁)** : 日本の田端機械 KK が台湾に輸出したデスメット型連続抽出設備 2 系列、日産各 50 M/T という。大豆、サフラワーなど圧搾抽出設備併有、精製設備は日本製シャーププレス半連続、グリセリン、蒸留脂肪酸設備併有、台湾から移った中国系経営者。従業員数十名とみられる。提供された米ヌカを分析の結果、油分 15.9~16.2%、酸価 121~146、粒度分布は 100 メッシュ通過 47% (本邦の例 25%)、40~80 メッシュ 29% (本邦例 44%) と微粉状ながら脱脂ヌカ残油は 1.0% で多くはなかった。

iii. **Industrial Enterprise** : ベルギーの Desmet の連抽機、Neumi 二元溶剤精製を含む連続一貫精製設備。蒸留脂肪酸及びグリセリド合成設備を併有、デスメット社プラントのモデルの観がある。(Fig.13~14)、日産能力米ヌカ 150 M/T、毎日入荷する原料米ヌカを径 4.5 mm、長さ 7~8 mm のペレットに成形、酸価上昇について若干の安定化をして一定量に達してのち製油、その他の期間は大豆などの他原料を処理、従業員数不明

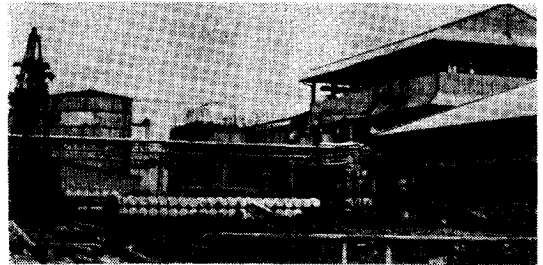


Fig. 13. Factory of Indust. Enterprise

であるが前記 2 工場とほぼ近いものとみられる。経営者はイスラエルの人でユダヤ系資本による。

以上 3 工場を概括するとタイ国における米ヌカ油工場の設備レベルはむしろ日本より高い点もあるが、その運用の結果から見ると製品の品位に見られるように、日本に比べて低い。しかし政府では米ヌカ食用油の規格を他の植物油にさがけて制定し、大豆油の規格は目下成案を得た段階であった。著者に全然読めないタイ語の規格書を英語で説明してもらってつぎの数字を得た。

Standard of Edible Rice-bran Oil (T. I. S. 1973)

1. Moisture & Volatile matter	max. 0.2%
2. Impurity, insoluble	<0.05%
3. Soap content	<0.005%
4. Color, Lov. scale 1" cell (Y+5R)	<20
5. Refractive index (40°C)	1.460~1.470
6. Specific gravity (30°C/30°C)	0.910~0.920
7. Saponification value	180~195
8. Unsaponifiable matter	<3.0%
9. Acid value (phenolphthalein)	<0.6
10. Iodine number (Wijs)	92~115
11. Titre	26~32°C
12. Peroxide value	<10
13. Iron content	<2.5 ppm
14. Arsenic, Copper or Lead	each <0.1 ppm

この基準の一部は FAO, WHO の Joint Meeting による国際規格案によるので、JAS に比べ微量金属の含有量など進歩的な項目もある反面、米ヌカ油特有の酸価測定法や Codex 法による過酸化価測定法については実際的でないので著者が改正について助言し帰国後資料送付を約した。

5. パーム油工業

タイ国の南部にあたるマレー半島の北部で、国営や民営のオイルパームの栽培が近年盛んになってきた。米ヌカ油工業と共に天然ゴムの衰頹に伴うパーム油の生産は UNIDO が近年とりあげた重要な課題である。著者はその両方ともに関心をもち、特にマレー半島のパーム油生産好適地において米ヌカ油の生産のもつ意義について

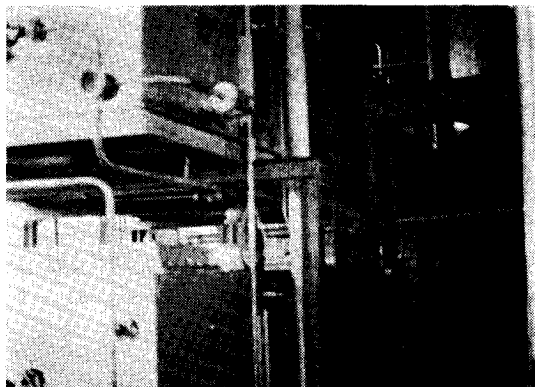


Fig. 14. NEUMI Refining Plant



Fig. 15. Author in an oilpalm estate

現地の要人からグリセリド組成の点から両者が競合しないことを聞いていた。そしてマレーシア政府筋の関係者から米ヌカ油工業をマレーシアで開発するための助言を求められたこともあったが、現在すでにペナンに国営の米ヌカ油工場が設置されていることから見て、高度不飽和酸成分に富む液状油の米ヌカ油が、現地の気候のもとでも固体であるパーム油と並んで生産を促進されることの意義を認める。タイ国の域内のオイルパームのエステートは官営1、民営2で、それぞれ1万エーカーに近い広大な農地を有し目下開発途上であるが著者の視察した Krabi のもの Fig. 15 も数年前からの植樹ですでに毎日 10M/T 弱のパーム原油の生産を挙げている。この部門については別に報告したいので本稿では割愛する。

7. タイ国米ヌカ油工業に対する勧告

視察した工場製品米ヌカ食用油はフェノールフタレイン指示薬による酸価 1.36, アルカリブルー 6B による酸価 1.10, Lovibond 比色計 133.4 mm セルによる色度は $Y=32.0$, $R=3.2$, さらに比較試料として現地工場から入手した大豆食用油の酸価の指示薬別の値はそれぞれ 0.96, 0.94 であってわが国の市場に流通している

精製油よりいずれも酸価が高いばかりでなく、TIS の 0.6 以下という値を越えていた。なおベレットに成形した米ヌカの酸価も食用精製原料として困難な程度に高酸価であった。

以上に述べた調査結果から Appendix として添付したように仮の勧告書を残し、米ヌカ油工業については、著者らの原案による半連続の製油、精製装置のプラン¹²⁾を提供し、連続抽出装置としては Fig. 16 に示す日本のプラントを紹介する予定である。この連続抽出装置はブローノックス社のロートセル型抽出器を改良したもので吉野製作所により本邦だけでなく韓国清州の日韓合弁会社である三和油脂で日産 50 トンのものが稼動し、台湾の工場でもすでに試運転を終っているものである。また石井製油研究所および田端機械工業(株)によるバッテリー式抽出器及び精製装置はビルマ政府に 1961 年頃ばい償施設として提供されたが現在ビルマ国の代表的な米ヌカ油プラントと見られている。(1974 年 10 月 30 日受理)

文 献

- 1) C. N. Williams and Y. C. Hsu, Oil Palm Cultivation in Malaya, University of Malaya Press (Kuala Lumpur) (1970).
- 2) ECAFE, Asian Industrial Development Council, Report of the ECAFE Expert Team on Rice-Processing Machinery, AIDC, Bangkok (1971).
- 3) ECAFE, AIDC, Report of the Expert Study Group on the Rice-Bran Oil Industry, AIDC, Bangkok (1970).
- 4) United Nations Industrial Development Organization, Report on the Interregional Seminar on the Industrial Processing of Rice, UNIDO (1971).
- 5) K. Yokochi, Rice-Bran Processing for the Production of Rice-Bran Oil and Rice-Bran Protein Meal, UNIDO (1972).
- 6) Y. Takeshita, Technical Advances in Rice-Bran Oil Processing, Transactions of the Kokushikan University, Department of Engineering (5), 1 (1972).
- 7) 一松寿, 「米の工業加工に関する地域間セミナー」に出席して, 油脂 24 (12) 23, (1971).
- 8) JETRO, Oil Seeds in Thailand, Import Research Series No. 45, JETRO (1974).
- 9) JETRO, Palm Oil Marketing Research of Malaysia, Import Research Series No. 36, JETRO, (1973).
- 10) 加藤秋男, タイ油糧種子の現状と将来, 東工試ニュース, 化学工業資料 8 (5) 110 (1973).
- 11) 中里 敏, タイ国の油脂資源, 油化学 23, (10) 677 (1974).
- 12) 竹下安日兄, 中小企業標準工場設計 No. 44, “植物油脂” 中小企業庁 (1963).
- 13) 海外技術協力事業団編, “各国事情のしおり, 一タイ編一” OTCA, (1972).
- 14) 竹下安日兄ら, シヤム産米糠の油脂原料としての品位について, 日本油脂技術研究協会誌 4, (1, 2), 17 (1951).
- 15) 竹下安日兄ら, 海外産米ヌカの製油原料としての品質(その2), 油化学 11, 11 (1962).

TEMPERATURE

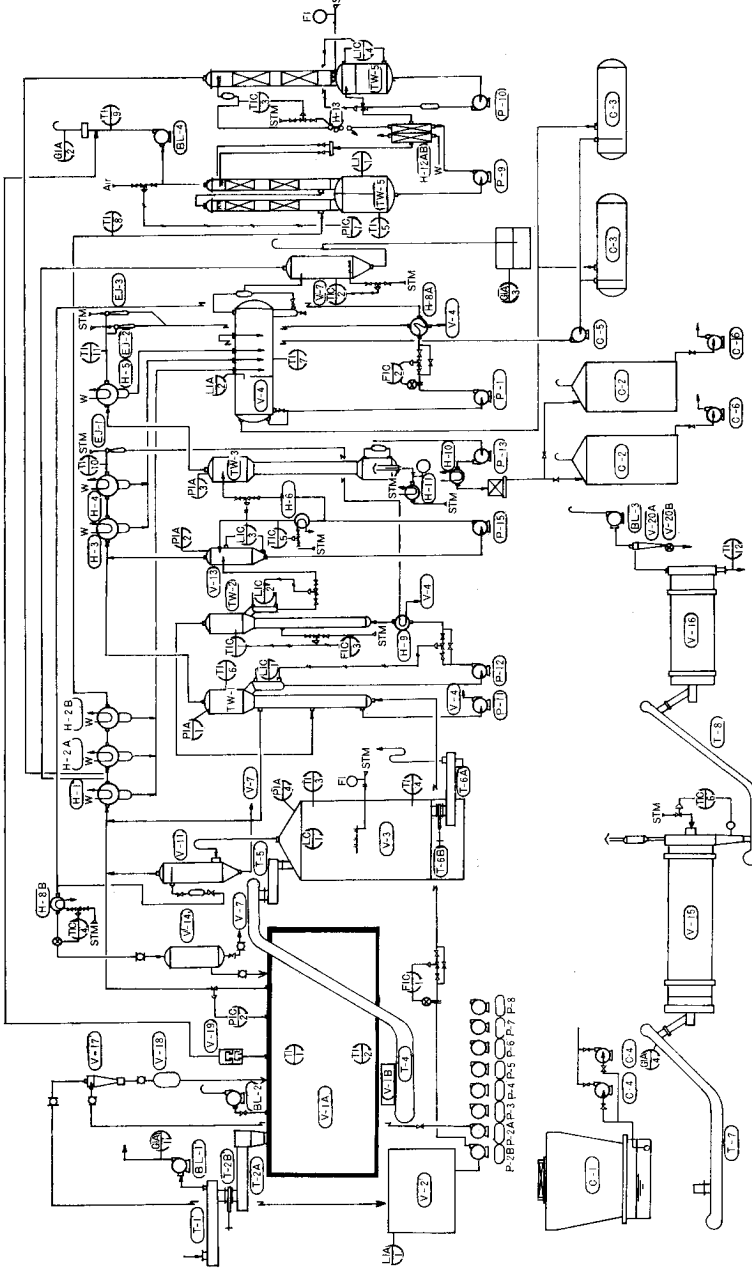
TIC-1 90°C
 TIC-2 95°C
 TIC-3 120°C
 TIC-4 63°C
 TIC-5 90...100°C
 TIC-6 60...70°C
 TI-1 55...60°C
 TI-2 55...60°C
 TI-3 55...60°C
 TI-4 35...40°C
 TI-5 35...40°C
 TI-6 50...60°C
 TI-7 50°C
 TI-8 0...40°C
 TI-9 0...40°C
 TI-10 0...40°C
 TI-11 0...40°C
 TI-12 0...50°C

PRESSURE

PIC-1 0...200mmHg
 PIC-2 200mmHg
 TW-1 350mmHg
 TW-2 760mmHg
 V-13 350mmHg
 TW-3 150...200mmHg

Utility (per feed ton)

Steam : 260.300kg
 Water : 10-13 tons
 Solvent loss : 2ltr-3ltr
 Residual oil : 0.5%



- | | | | |
|---|----------------------------|------------------------------------|--|
| T-1 Feed Conveyor | V-11 Wet Scrubber | H-5A Solvent preheater | V-13 Flush Tank |
| T-2B Slide Gate | BL-2 Vent Blower | H-8B First Gas Heater | H-6 Flush Heater |
| T-2A Seal Conveyor | V-2 Miscella tank | H-1 First Gas Condenser | BL-4 Vent Blower |
| V-1A Extractor | V-19 Liquid Cyclone | H-2A Vent Condenser | P-12 Second Evaporator Feed Pump |
| T-4 Discharge Conveyor of Extractor | V-18 Fine Receiver | H-3 Second Condenser of Evaporator | P-15 Oil Strripper Feed Pump |
| T-5 Feed Conveyor of Desolventizer | T-7 Toasted Flake Elevator | H-5 Oil Strripper Condenser | P-11 Steam Condensate Discharge Pump of First Evaporator |
| V-3 Desolventizer | T-15 Meal Dryer | H-11 Steam Super Heater | P-9 Rich Oil Pump |
| T-6A Meal Discharge Conveyor of Desolventizer | T-8 Dry Meal Elevator | V-7 Water Strripper | P-10 Lean Oil Pump |
| T-6B Slide Gate | V-16 Meal Cooler | V-4 Solvent Decanter | C-1 Cooling Tower |
| P-2A Miscella Pump | V-20A Cooler Cyclone | TW-4 Recovery Absorber | C-2 Crude Oil Storage Tank |
| P-2B No.1 Stage Pump | V-20B Cooler Cyclone | TW-5 Recovery Strripper | C-3 Hexane Storage Tank |
| P-3 No.2 Stage Pump | BL-3 Cooler Blower | H-12A Recovery Interchanger | C-4 Cooling Water Transfer Pump |
| P-5 No.3 Stage Pump | TW-1 First Evaporator | H-13 Recovery Interchanger | C-5 Hexane Transfer Pump |
| P-7 No.5 Stage Pump | TW-2 Second Evaporator | H-14 Recovery Heater | C-6 Crude Oil Transfer Pump |
| P-8 No.6 Stage Pump | H-9 Miscella Heater | EL-1 Exporator Ejector | |
| | | EL-2,3 Oil Strripper Ejector | |

Fig. 16 Rice-Bran Oil Continuous Extracting Plant Flow sheet (by the courtesy of Yoshino Seisakusho Co. Ltd.)

APPENDIX : Tentative Report on Rice Bran Oil Industry

by

Prof. Dr. Yasuhiko Takeshita

I was dispatched to Thailand for investigating the feasibility of setting up small scale rice bran oil extraction plants in various regions for three weeks from August 12 to September 1, 1974.

Detailed Itinerary Visited

August 12	Arrival to Bangkok
August 13	Meeting Mr. Pathai, officer of Private Section Planning Division, NESDB. through JICA.
August 14	Meeting with Director General, Mrs. Boonlom; Mrs. Viengvibha; Mr. Pipat; Mr. Somchai at Department of Science, Biological Science Division, Ministry of Industry. Planning for factories visiting.
August 15	Private study, Information collecting
August 16	Visit to General Industries Corp., Nana Sahakarn Nonburi, rice-bran oil extraction plant
August 17-18	Holiday
August 19-22	Visit to Thai Oil Palm Industry and Estate Co. Ltd. at Ao-Luke District, Krabi. Visit to small rice mill and rice fields at Haad-Yai, South Thailand. Visit to Rubber Centre, Ministry of Agriculture; Small rubber seed oil extraction plant.
August 23	Visit to Industrial Enterprise Co. Ltd., rice-bran oil extraction continuous plant. Parboiled rice mill, (Kramolkij)
August 24-25	Holiday
August 26	Visit to Lee Min Co. Ltd., coconut, peanut oil mills, margarine, shortening and soap making factory. Visit to Wan Fah Lung Co. Ltd., coconut, peanut oil mills, margarine, shortening and soap making factory.
August 27	Visit to Tien Jien Industrial Co., rice bran oil and oil seeds extraction continuous plant.
August 28	Visit to different size of rice mills at Saraburi Province.
August 29	Visit to OTCA, Preparation work for Tentative Report.
August 30	Report writing, and present to government.
(August 31)(plan)	Holiday (shopping by the courtesy of Dr. Udom & Mrs. Viengvibha)
(September 1)(plan)	Departure from Bangkok and Arrival to Tokyo

Situation

There are still not enough refinery plants at present.

Most of the plants have their own problems which have to be solved immediately. Many factories lack of technical know how to operate their plant efficiently. Modernization of the plant is going with a slow rate. The promotion of small rice bran oil mill and improvement of technology are necessary.

Recommendations

Thailand is the leading rice producing country, and the rice is the main agricultural product of the country, especially upper Thailand. Concerning recent worldwide food and population problem, rice bran is considered to be very important as a raw material of oil industry because not only its high lipid content, but also it has got the valuable byproduct.

In 1951, by the courtesy of Thai Rice Co. Ltd. etc. I wrote a paper about feasibility of rice bran setting up oil industry in Thailand and in that paper I have already indicated husk separation from bran was necessary.

Recently United Nations held international conference on rice and rice bran processing. In that conference it was recommended that rice-bran oil and palm oil production in rice producing countries had to be promoted. When interregional seminar on rice bran oil was held in Madras India in 1971, I was appointed as the working group leader on rice-bran and rice-bran oil.

From practical investigation and observation of several plants by courtesy of Department of Science, Ministry of Industry, I would like to adopt the following recommendations:

- I. That it is suitable to establish small scale rice-bran oil extraction plant attached or near by the rice mills. This is to produce good quality crude rice bran oil and to minimize loss in refining process.
- II. That the perfect separation of husk and broken rice from bran is necessary.
- III. That the process of stabilization of rice bran by heat after the bran was separated should be cooled down to ambient temperature before packing.
- IV. That though low acid value bran is preferable for oil extraction, high acid value rice bran still has some value for oil extraction because free fatty acid separated or extracted, can be utilized for synthesizing to glyceride or other industrially.
- V. That in improving the rice bran oil quality the rice bran oil factory must have better communication by nationally, internationally or when ever possible by the leading of the governmental bodies.
- VI. That improvement of the method of processing has to be done urgently especially the deodorization and alkali refining processes.
- VII. I appreciate that national standard of rice-bran oil has already been established, but I would recommend that this standard has to be improved following the improvement of the factories refining

- techniques.
- VIII. That quality control is very important to oil manufacturing or processing and it is preferable to open seminar on processing and quality control of edible oil production.
- IX. That the palm oil industry is not the competitor of rice bran oil industry because both oils are edible but have different quality and physical & chemical properties.
- X. That at present, rice-bran oil product in Thailand is less than 20,000 tons/year. With improvement of technical know-how it has the potential to increase to 100,000 tons/year.
- XI. With this tentative report I have already attached some of the paper I had written previously.
- XII. That as Department of Science, Ministry of Industry is the only department working and servicing in this field. It is also a leader in establishment of the rice bran oil standard. Officers in this department need to have more knowledges about oil extraction and refining process establishment plant. This can be done by sending persons abroad for training.

Present to the Department of Science on August 30, 1974.